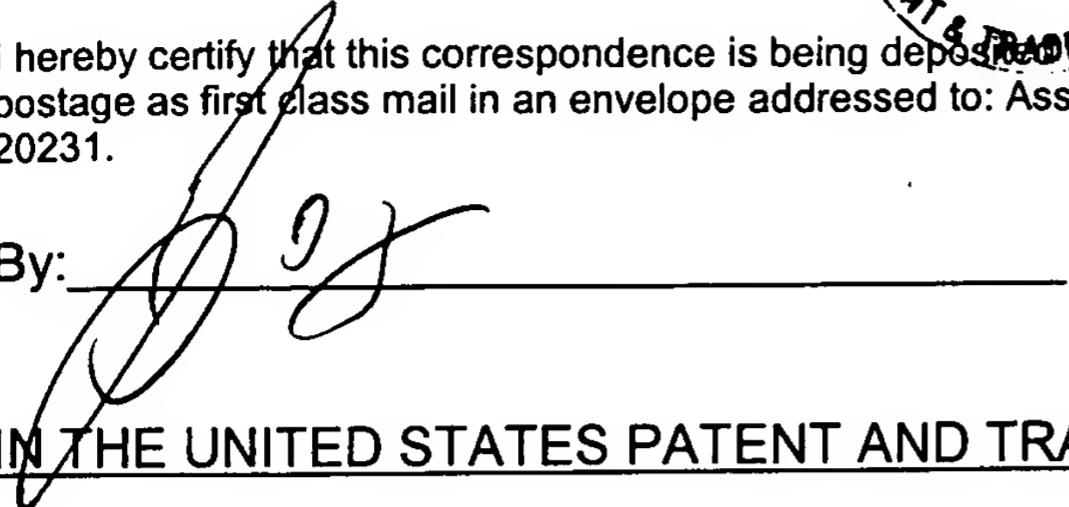




3-28-03
COPY OF PAPERS
ORIGINALLY FILED

Docket No.: MUH-12015

I hereby certify that this correspondence is being deposited with the United States Postal Service with sufficient postage as first class mail in an envelope addressed to: Assistant Commissioner for Patents, Washington, D.C. 20231.

By: 

Date: March 5, 2002

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Applicant : Martin Hierholzer
Appl. No. : 10/023,189
Filed : December 17, 2001
Title : Low-Inductance Semiconductor Components

CLAIM FOR PRIORITY

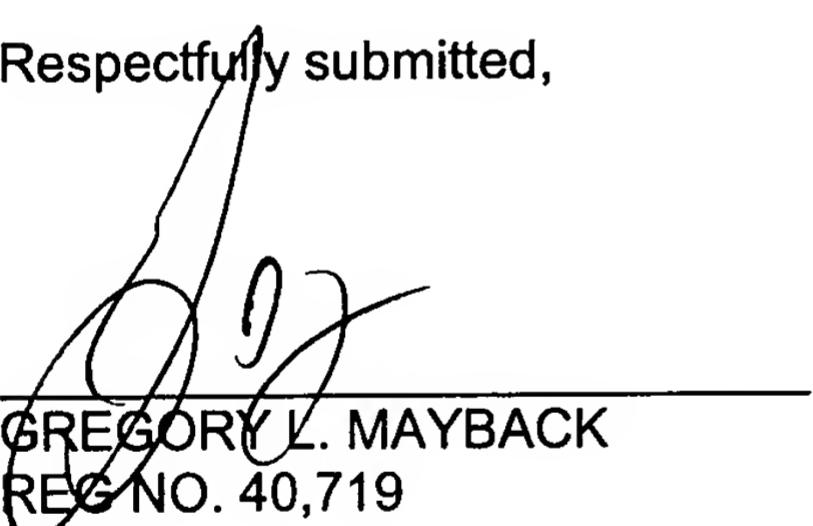
Hon. Commissioner of Patents and Trademarks,
Washington, D.C. 20231

Sir:

Claim is hereby made for a right of priority under Title 35, U.S. Code, Section 119, based upon the German Patent Application 199 27 285.9 filed June 15, 1999.

A certified copy of the above-mentioned foreign patent application is being submitted herewith.

Respectfully submitted,


GREGORY L. MAYBACK
REG. NO. 40,719

Date: March 5, 2002

Lerner and Greenberg, P.A.
Post Office Box 2480
Hollywood, FL 33022-2480
Tel: (954) 925-1100
Fax: (954) 925-1101

/mjb

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND



Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

Aktenzeichen: 199 27 285.9

Anmeldetag: 15. Juni 1999

Anmelder/Inhaber: eupec Europäische Gesellschaft für Leistungs-
halbleiter mbH + Co KG, Warstein/DE

Bezeichnung: Niederinduktives Halbleiterbauelement

IPC: H 01 L 25/07

**Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der
ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.**

München, den 7. Februar 2002
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag

Agurks

Beschreibung

Niederinduktives Halbleiterbauelement

5 Die Erfindung betrifft ein Halbleiterbauelement bestehend aus einem Gehäuse, einer Trägerplatte, zumindest einem Keramiksubstrat, das zumindest an seiner Oberseite mit einer Metallisierung versehen ist. Das Halbleiterbauelement weist ferner zumindest zwei Schaltelemente auf, die auf der Oberseite des Keramiksubstrats elektrisch leitend angeordnet sind und jeweils über Laststromanschlüsse und einen Steueranschluß verfügen. Es sind weiterhin Laststromanschlußelemente auf einer ersten Seite und einer zweiten, der ersten gegenüberliegenden Seite vorgesehen, die mit den Laststromanschlüssen der 15 Schaltelemente über Zuführungen elektrisch verbunden sind. Die Laststromanschlußelemente können dabei ein erstes oder ein zweites Versorgungspotential aufweisen.

Derartige Halbleiterbauelemente werden beispielsweise in 20 Kraftfahrzeugen zwischen zumindest einem batteriegestützten Niederspannungs-Bordnetz einerseits und einem Starter-Generator als Anlasser bzw. Ladevorrichtung für die jeweilige Batterie andererseits eingesetzt. Sie dienen im Schubbetrieb des Kraftfahrzeuges zur Anpassung von Spannung und Leistung 25 des dann als Generator arbeitenden Starter-Generators an die entsprechenden Betriebsdaten der jeweiligen nachzuladenden Batterie und beim Starten des dann als Motor arbeitenden Starter-Generators mit Hilfe der jeweiligen Batterie zur Gewährleistung eines hinreichenden Start-Drehmomentes mit entsprechend hohem Anfahrstrom.

Als wesentliche Bauteile einer solchen Schaltungsanordnung gelten insbesondere eine Anzahl von Halbleiter-Halbbrücken als Leistungsbauteile, eine Anzahl von Zwischenkreis- 35 Bauelementen, insbesondere Kondensatoren, und eine Anzahl von Steuerelementen, insbesondere Treiberstufen. Ein derartiges

Halbleiterbauelement ist beispielsweise aus der DE 196 45 636 C1 bekannt, das zur Ansteuerung eines Elektromotors dient.

Als Schaltelemente weisen die beschriebenen Halbleiterbauelemente 5 vielfach MOSFETs auf. Diese werden durch eine zwischen den Sourcekontakt und den Gatekontakt angelegte Steuerspannung leitend bzw. sperrend geschaltet. In der Praxis wird die Steuerspannung zwischen den Sourceanschluß und den Gateschluß gelegt.

Als Schaltelemente weisen die beschriebenen Halbleiterbauelemente 10 vielfach MOSFETs auf. Diese werden durch eine zwischen den Sourcekontakt und den Gatekontakt angelegte Steuerspannung leitend bzw. sperrend geschaltet. In der Praxis wird die Steuerspannung zwischen den Sourceanschluß und den Gateschluß gelegt.

Der zum Sourcekontakt führende Draht hat eine Eigeninduktivität, die bewirkt, daß der sich beim Ein- oder Ausschalten des MOSFETs zeitlich ändernde Laststrom eine Spannung in der Induktivität induziert, die der Steuerspannung schaltverzögernd entgegenwirkt. Schaltet man mehrere 15 MOSFET parallel und steuert sie gemeinsam aus einer einzigen Spannungsquelle an, so führt die erwähnte Induktivität dazu, daß im Ansteuerkreis wegen unvermeidlicher Bauelemente Toleranzen hochfrequente Schwingungen mit Amplituden auftreten, die den MOSFET zerstören können. Die Schwingfrequenz wird maßgeblich durch die Induktivität des Sourceanschlusses und 20 daneben durch andere parasitäre Netzwerk- und Bauelementeparameter bestimmt. Zur Verringerung der Nachteile der Wirkung der Induktivität des Sourceanschlusses wird in der EP 0 265 833 B1 vorgeschlagen, die Leiterbahnen, die mit den Sourceanschlüssen verbunden werden auf der einen Seite des 25 MOSFETs und die Leiterbahnen für die Ansteuerung auf der anderen Seite des MOSFETs anzuordnen. Hierdurch ergibt sich eine weitgehende magnetische Entkopplung des Ansteuerkreises von den Sourceanschlüssen des Halbleiterbauelements.

Es sind folglich überwiegend die Streuinduktivitäten in den Zuführungen zu den Laststromanschlüssen eines oder mehrerer Halbleiterschalter, die insbesondere bei sehr hohen Stromsteilheiten (dI/dt) Probleme, d.h. Überspannungen bereiten. Zur Kompensation dieser Überspannungen sind deshalb große 30 Kondensatoren sowie Widerstände notwendig. Diese können jedoch das Schaltverhalten des Halbleiterbauelementes nachteilig beeinflussen. Um diesen Nachteilen zu entgehen, versucht

35

man in der Praxis durch geschickte, d.h. kurze Leiterbahnenführung die Induktivitäten in den Zuführungen zu verringern.

Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht deshalb darin, 5 ein Halbleiterbauelement anzugeben, das die nachteilige Wirkung der Streuinduktivitäten nicht aufweist und auf einfache Weise herzustellen ist.

Diese Aufgabe wird gelöst durch ein Halbleiterbauelement, das 10 folgende Merkmale aufweist:

- ein Gehäuse,
- ein Trägerplatte,
- zumindest ein Keramiksubstrat, das zumindest an seiner Oberseite mit einer Metallisierung versehen ist,
- zumindest zwei Schaltelemente, die auf der Oberseite des 20 Keramiksubstrats elektrisch leitend angeordnet sind und jeweils über Laststromanschlüsse und einen Steueranschluß verfügen,
- mehrere externe Laststromanschlußelemente auf einer ersten Seite und auf einer zweiten, der ersten gegenüberliegenden Seite des Gehäuses, die mit den Laststromanschlüssen der Schaltelemente über Zuführungen elektrisch verbunden sind, wobei die Laststromanschlußelemente ein erstes oder ein zweites Versorgungspotential aufweisen können,

30 wobei jeweils zwei Schaltelemente derart benachbart angeordnet sind, daß sich die jeweiligen Zuführungen parallel zu zwei zugeordneten Laststromanschlußelementen hin erstrecken und benachbarte Laststromanschlußelemente eine unterschiedliche 35 Polarität aufweisen.

Mit anderen Worten ausgedrückt heißt das, daß die Zuführungen zweier benachbarter Schaltelemente so angeordnet sind, daß sich entstehende Magnetfelder in den Zuführungen durch die entgegengesetzte Polarität an den Laststromanschlußelementen 5 kompensieren und dadurch die wirksame Induktivität minimiert wird.

Vorteilhafte Ausgestaltungen ergeben sich aus den Unteransprüchen.

10 Es ist ferner vorgesehen, ein Schaltelement mit zwei Zuführungen zu verbinden, wobei sich die Zuführungen zwischen der ersten und der zweiten Seite des Gehäuses erstrecken und wobei die eine Zuführung das erste Versorgungspotential und die 15 andere Zuführung das zweite Versorgungspotential aufweist.

Es ist ferner vorgesehen, die auf einer Gehäuseseite befindlichen und zwei benachbarten Schaltelementen zugeordneten Laststromanschlußelemente mit dem ersten bzw. mit dem zweiten 20 Versorgungspotential zu beaufschlagen. Zur Erzielung einer minimalen Streuinduktivität ist es folglich notwendig, zumindest zwei benachbarte Schaltelemente vorzusehen, deren auf einer Gehäuseseite benachbarte Laststromanschlußelemente eine unterschiedliche Polarität aufweisen. Die Vorteile der Erfindung lassen sich mit jeder geradzahligen Anzahl an Schaltelementen erzielen. Vorteilhafterweise werden die Vielzahl an geradzahligen Schaltelementen auf einer Fluchtlinie nebeneinander angeordnet. Die Zuführungen zwischen Laststromanschlußelementen und den Laststromanschlüssen der nebeneinander angeordneten Schaltelemente verlaufen vorteilhafterweise 30 in etwa orthogonal zur genannten Fluchtlinie. Die zugeordneten Laststromanschlußelemente weisen dann alternierend das erste und das zweite Versorgungspotential auf. Neben der geringen Streuinduktivität läßt sich hierdurch ein sehr kompakter Aufbau des Halbleiterbauelementes erzielen. Es muß nur wenig Fläche für geeignete Leiterbahnenführungen bzw. für die 35

Zuführungen vorgesehen werden, was einen kostengünstigen Aufbau ermöglicht.

Vorzugsweise besteht ein Schaltelement aus zwei seriell mit-
5 einander verschalteten Halbleiterschaltern, deren Verbin-
dungspunkt mit einem Laststromanschlußelement verbunden ist
und einen Ausgang des Halbleiterbauelementes bildet. Die zwei
seriell verschalteten Halbleiterschalter sind vorzugsweise
auf einer zu der ersten bzw. der zweiten Seite in etwa ortho-
10 gonalen Fluchtlinie angeordnet. Bekannterweise ist hierdurch
eine Halbbrücke gebildet.

Es ist weiterhin denkbar, daß die Vielzahl oder ein Teil der
Vielzahl an Schaltelementen bzw. Halbbrücken mittels der Me-
15 tallisierung und/oder Bonddrähten parallel geschalten sind
zur Erhöhung der Stromtragfähigkeit des Halbleiterbauelemen-
tes. Hierdurch wird der Einsatz an hohen Leistungsbereichen
möglich.

20 Als Schaltelemente werden vorzugsweise MOSFETs oder IGBTs
verwendet. Es ist jedoch im Grunde jeder beliebige steuerbare
Halbleiterschalter verwendbar. Vorzugsweise wird die Erfin-
dung zur Ansteuerung einer Phase eines 3-Phasen-
Wechselrichter-Moduls verwendet. Das Halbleiterbauelement
stellt dann eine sehr niederinduktive Halbbrücke dar.

Die Erfindung wird anhand der einzigen Figur näher erläutert.

Das erfindungsgemäße Halbleiterbauelement 1 nach der Figur
30 zeigt dieses in einer Draufsicht. Dieses weist ein Gehäuse 2
auf, das mit einer Trägerplatte 3 verbunden ist. Auf der Trä-
gerplatte 3 sind beispielhaft drei Keramiksubstrate 4 aufge-
bracht, die zum Gehäuseinneren hin angeordnet sind. Es könnte
auch nur ein einziges Keramiksubstrat verwendet werden. Jedes
35 der Keramiksubstrate 4 ist mit einer (nicht gezeigten) Metal-
lisierung 5 versehen, auf welcher eine geradzahlige Anzahl an
Schaltelementen 6 aufgebracht sind. In der vorliegenden Figur

weisen das linke und das mittlere Keramiksubstrat 4 jeweils vier Schaltelemente 6 auf. Jedes Schaltelement 6 besteht aus zwei Halbleiterschaltern 17, 17'. Diese sind auf einer Fluchtlinie angeordnet, die in etwa orthogonal zu den beiden 5 langen Seiten 13, 14 des Gehäuses 2 angeordnet sind. Ein Halbleiterschalter 17, 17' kann z.B. als MOSFET oder als IGBT ausgeführt sein.

Jeder der beiden Halbleiterschalter 17, 17' ist über Bonddrähte 16 mit der Metallisierung 5 verbunden. Ferner ist jeder Halbleiterschalter 17, 17' über eine Zuführung 9 mit einem Laststromanschlußelement 10 verbunden. Die Zuführung 9 kann beispielsweise als Bonddraht oder aber als Einzeldraht ausgeführt sein. Die Zuführung 9 ist annähernd in der Fluchtlinie der beiden Halbleiterschalter 17, 17' angeordnet. Die Laststromanschlußelemente 10 sind in der vorliegenden Figur in sogenannten Führungselementen 15 an der Gehäuseinnenseite befestigt. Diese mechanische Ausführung stellt lediglich eine Variante dar, wie die Schaltelemente 6 über die Zuführungen 9 15 nach außen kontaktiert werden können. Es ist selbstverständlich jede andere Variante denkbar. Das oberste linke Laststromanschlußelement 10 ist mit einem ersten Versorgungspotential, welches z.B. das Massepotential sein könnte, verbunden. Das davon rechts benachbarte Laststromanschlußelement 10 ist hingegen mit einem zweiten Versorgungspotential 12 beaufschlagt. Dieses Laststromanschlußelement ist einem zweiten Schaltelement 6 zugeordnet. Wie in der Figur angedeutet, sind die Laststromanschlußelemente 10 auf der ersten Seite 13 des Gehäuses 2 alternierend mit dem ersten Versorgungspotential 11 20 und dem zweiten Versorgungspotential 12 beaufschlagt (von links nach rechts). Auf der zweiten Seite 14 sind die Laststromanschlußelemente 10 (von links nach rechts) zuerst mit dem zweiten 12, dann mit dem ersten Versorgungspotential 11 alternierend beaufschlagt. Gegenüber dem Stand der Technik 25 läßt sich die Induktivität mit dem erfindungsgemäßen Halbleiterbauelement von 50 nH auf 5 nH reduzieren.

Beispielhaft wird im folgenden angenommen, daß es sich bei den Halbleiterschaltern 17, 17' um MOSFETs handelt. Der Sourcekontakt des MOSFETs 17, 17' ist auf der Oberseite angeordnet, während sich der Drainkontakt auf der Rückseite befindet 5 und mit der Metallisierung elektrisch und mechanisch steht.

Dann ergibt sich folgender Laststrompfad bei dem ganz links angeordneten Schaltelement 6 von oben nach unten:

Erstes Versorgungspotential 11 am Laststromanschlußelement 10 - Zuführung 9' - Source des Halbleiterschalters 17' (Oberseite 10 des Halbleiterschalters) - Drain des Halbleiterschalters 17' (Unterseite des Halbleiterschalters) - Metallisierung 5 - Bonddraht 16 - Sourcekontakt des Halbleiterschalters 17 (Oberseite des Halbleiterschalters) - Drainkontakt des Halbleiterschalters 17 (Unterseite des Halbleiterschalters) - Metallisierung 15 - Zuführung 9 - Laststromanschlußelement 10, verbunden mit dem zweiten Versorgungspotential.

Bei dem rechts daneben benachbarten Schaltelement 6 ergibt sich der Strompfad von oben nach unten in genau umgekehrter 20 Reihenfolge:

Zweites Versorgungspotential 12 am Laststromanschlußelement 10 - Zuführung 9 - Drainkontakt des Halbleiterschalters 17 - Sourcekontakt des Halbleiterschalters 17 - Bondverbindung zur Metallisierung 5 - Drainkontakt des Halbleiterschalters 17' - Sourcekontakt des Halbleiterschalters 17' - Zuführung 9 - Laststromanschlußelement 10, verbunden mit dem ersten Versorgungspotential (Bezugspotential).

Im erstgenannten Fall ergibt sich dann ein von unten nach 30 oben verlaufender Laststrom, während im zweitgenannten Fall der Laststrom von oben nach unten verläuft. Die durch den Stromfluß in den Zuführungen entstehenden Magnetfelder werden durch die entgegengesetzte Stromrichtung kompensiert. Hierdurch verringert sich die wirksame Induktivität.

Um die Stromtragfähigkeit zu erhöhen, ist es mittels der 35 (nicht dargestellten) Metallisierung und/oder Bondverbindun-

gen möglich, die in der Figur gezeigten acht Schaltelemente miteinander parallel zu verschalten. Bei Verwendung von identischen Halbleiterschaltern 17, 17' in allen acht Schaltelementen 6 ergibt sich bei Parallelschaltung in allen Strompfaden ein gleich großer Strom. Hierdurch wird eine ideale Kompen-sation des entstehenden Magnetfeldes ermöglicht. Auf die explizite Darstellung der Metallisierung bzw. der Verdrahtung der Ausgänge der Halbbrücke mit Laststromanschlußelementen wurde verzichtet, da diese nicht den Kernbestandteil der Erfindung bilden.

Auf dem rechts angeordneten Keramiksubstrat 4 in dem Gehäuse 2 können beispielsweise zur weiteren Verringerung von Überspannungen noch Kondensatoren angeordnet werden. Diese Kondensatoren können gegenüber dem Stand der Technik jedoch wesentlich geringer und somit kostengünstiger dimensioniert werden. Ebenso ist es denkbar, auf dem rechts angeordneten Keramiksubstrat 4 die Ansteuerung für die Halbleiterschalter 17, 17' unterzubringen. Diese könnte sich jedoch außerhalb des Halbleiterbauelements befinden.

Das erfindungsgemäße Halbleiterbauelement stellt in der beschriebenen Weise eine Halbbrücke dar. Durch die Verwendung dreier baugleicher erfindungsgemäßer Halbleiterbauelemente kann dann ein 3-Phasen-Wechselrichter-Modul angesteuert werden. Dieses kann vorteilhafterweise in einem Kraftfahrzeug eingesetzt werden und beispielsweise einen Drehstrommotor ansteuern, der sowohl eine Lichtmaschine als auch einen Anlasser ersetzt. Es ist eine Verwendung sowohl an 12 V als auch an 42 V Bordnetzen möglich.

Die Erfindung kann bei allen Anwendungen, die hohe Stromsteilheiten aufweisen, sinnvoll eingesetzt werden. Beispielsweise wäre ein Einsatz in der Umrichtertechnik denkbar.

Patentansprüche

1. Halbleiterbauelement (1) bestehend aus

- einem Gehäuse (2),

5 - einer Trägerplatte (3),

- zumindest einem Keramiksubstrat (4), das zumindest an sei-
ner Oberseite mit einer Metallisierung (5) versehen ist,

- zumindest zwei Schaltelementen (6), die auf der Oberseite
des Keramiksubstrats (4) elektrisch leitend angeordnet sind
10 und jeweils über Laststromanschlüsse (7) und einen Steueran-
schluß (8) verfügen,

- mehreren externen Laststromanschlußelementen (10) auf einer
ersten Seite 13 und einer zweiten (14), der ersten (13), ge-
genüberliegenden Seite des Gehäuses (2), die mit den Last-
stromanschlüssen der Schaltelemente über Zuführungen (9)
15 elektrisch verbunden sind,

wobei die Laststromanschlußelemente (10) ein erstes oder ein
zweites Versorgungspotential (11, 12) aufweisen können,

wobei jeweils zwei Schaltelemente (6) benachbart angeordnet
20 sind, daß sich die jeweiligen Zuführungen (9, 9') annähernd
parallel zu zwei zugeordneten Laststromanschlußelementen (10)
hin erstrecken und benachbarte Laststromanschlußelemente un-
terschiedliche Polarität aufweisen.

2. Halbleiterbauelement nach Anspruch 1,

wobei ein Schaltelement (6) mit zwei Zuführungen (9) verbun-
den ist, die sich zwischen der ersten und der zweiten Seite
(13, 14) des Gehäuses erstrecken, und wobei die eine Zufüh-
rung (9) das erste Versorgungspotential (11) und die andere
30 Zuführung (9') das zweite Versorgungspotential (12) aufweist.

3. Halbleiterbauelement nach Anspruch 1 oder 2,

wobei die auf einer Gehäuseseite befindlichen und zwei be-
nachbarten Schaltelementen (6) zugeordneten Laststroman-
schlußelemente (10) mit dem ersten bzw. dem zweiten Versor-
gungspotential beaufschlagt sind.

4. Halbleiterbauelement nach einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei eine geradzahlige Vielzahl an Schaltelementen (6) vorgesehen ist, deren zugeordnete Laststromanschlüsse auf der ersten bzw. der zweiten Seite (13, 14) alternierend das erste 5 bzw. das zweite Versorgungspotential (11, 12) aufweisen.
5. Halbleiterbauelement nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei ein Schaltelement (6) aus zwei seriell verschalteten Halbleiterschaltern (17, 17') besteht, deren Verbindungspunkt 10 mit einem Laststromanschlußelement (10) verbunden ist und einen Ausgang des Halbleiterbauelements bildet.
10. Halbleiterbauelement nach Anspruch 5, wobei die zwei seriell verschalteten Halbleiterschalter (17, 17') auf einer zu der ersten bzw. zweiten Seite (13, 14) in 15 einer orthogonalen Fluchtlinie angeordnet sind.
20. Halbleiterbauelement nach einem der Ansprüche 4 bis 6, wobei die Schaltelemente (6) mittels der Metallisierung (5) und/oder Bonddrähten (16) parallel geschalten sind zur Erhöhung der Stromtragfähigkeit.
25. Halbleiterbauelement nach einem der Ansprüche 1 bis 7, wobei das Schaltelement (6) IGBT's oder MOSFETs aufweist.
5. Verwendung der Halbleiterbauelemente nach einem der Ansprüche 1 bis 8, zur Ansteuerung einer Phase eines 3-Phasen-Wechselrichter-Moduls.

Zusammenfassung

Induktives Halbleiterbauelement

5 Es wird ein Halbleiterbauelement vorgeschlagen, das ein Gehäuse, eine Trägerplatte, zumindest ein Keramiksubstrat, das zumindest an seiner Oberseite mit einer Metallisierung 10 versehen ist und zumindest zwei Schaltelemente aufweist, vorgeschlagen. Die Schaltelemente sind auf der Oberseite des Keramiksubstrats elektrisch leitend angeordnet und verfügen jeweils über Laststromanschlüsse und einen Steueranschluß. Erfindungsgemäß verfügt das Halbleiterbauelement über mehrere externe Laststromanschlußelemente, die auf einer ersten Seite und einer zweiten, der ersten gegenüberliegenden Seite angeordnet sind. Die Laststromanschlüsse der Schaltelemente sind über Zuführungen elektrisch mit den externen Laststromanschlußelementen verbunden, die ein erstes und ein zweites Versorgungspotential aufweisen können. Jeweils zwei Schaltelemente sind derart benachbart angeordnet, daß sich die jeweiligen Zuführungen annähernd parallel zu zwei zugeordneten Laststromanschlußelementen hin erstrecken, wobei die zwei benachbarten Laststromanschlußelemente unterschiedliche Polarität aufweisen. Hierdurch wird eine Kompensation der Magnetfelder erzielt.

Figur 1

Bezugszeichenliste

- 1 Halbleiterbauelement
- 2 Gehäuse
- 3 Trägerplatte
- 4 Keramiksubstrat
- 5 Metallisierung
- 6 Schaltelement
- 7 Laststromanschluß
- 8 Steueranschluß
- 9 Zuführung (Draht/Bonddraht)
- 10 Laststromanschlußelement
- 11 erstes Versorgungspotential
- 12 zweites Versorgungspotential
- 13 erste Seite
- 14 zweite Seite
- 15 Führungselement
- 16 Bonddraht
- 17 Halbleiterschalter

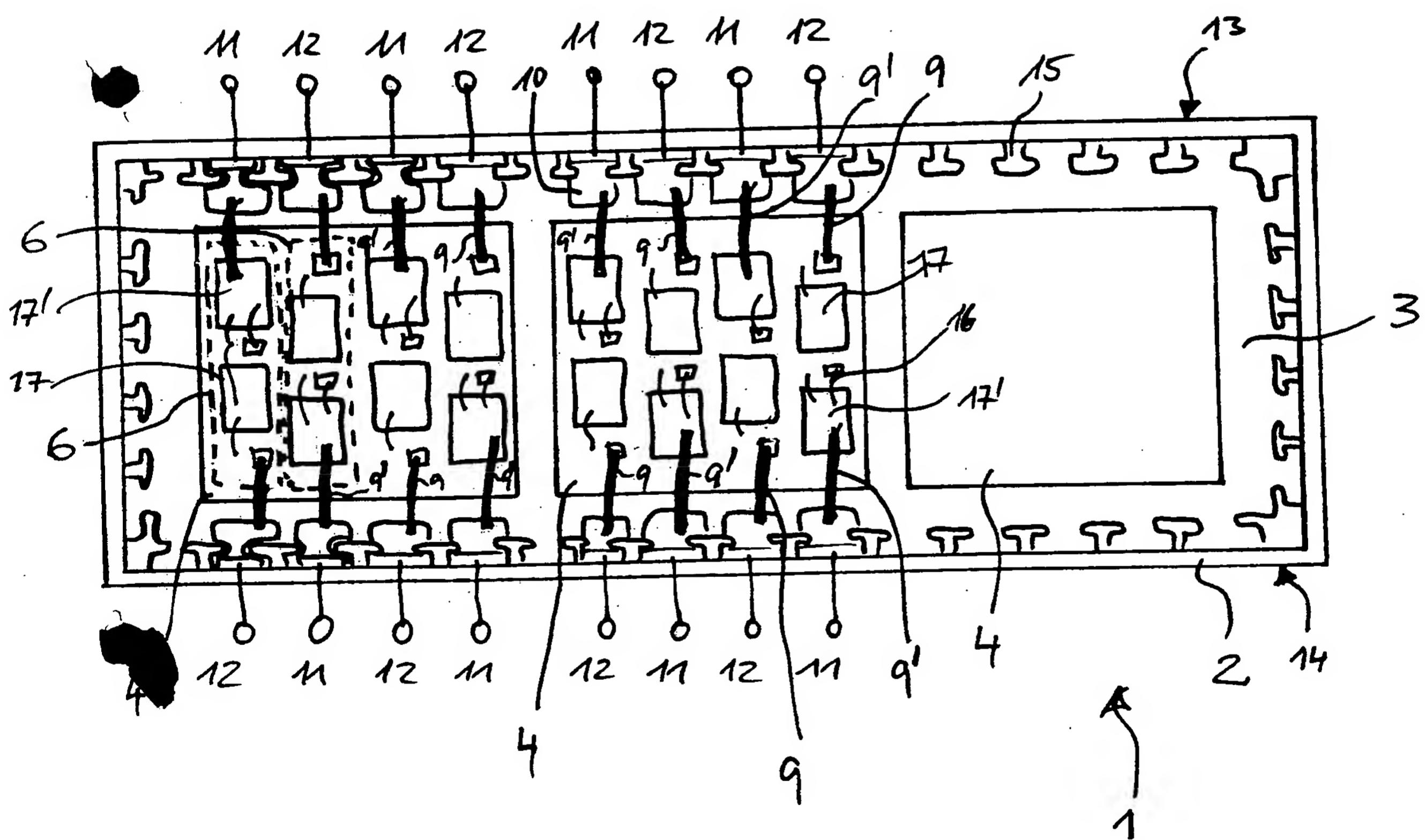


Fig. 1